

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

6/11

PUBLICATION NUMBER : 07249721
PUBLICATION DATE : 26-09-95

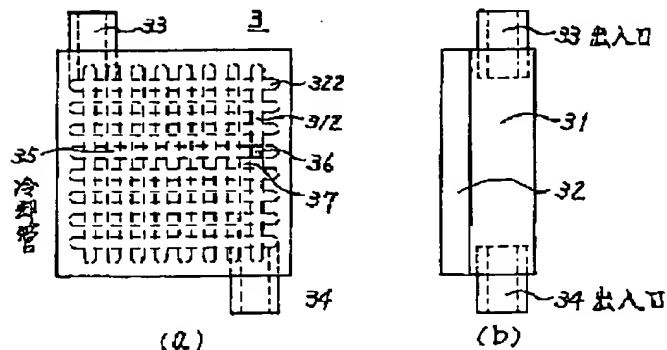
APPLICATION DATE : 10-03-94
APPLICATION NUMBER : 06038924

APPLICANT : FUJI ELECTRIC CO LTD;

INVENTOR : ASAI TARU;

INT.CL. : H01L 23/473

TITLE : COOLING BODY FOR POWER SEMICONDUCTOR ELEMENT



ABSTRACT : PURPOSE: To enhance the cooling efficiency of a cooling body for power semiconductor element without increasing the resistance of cooling water channel.

CONSTITUTION: A plurality of grooves 312, 322 are made in parallel, without reaching the side faces of a cooling body 3 at the opposite ends, in the facing surfaces of two cooling plates 31, 32 which are then piled up such that the grooves 312, 322 intersect perpendicularly thus constituting a cooling body 3. Consequently, the grooves in the cooling plates 31, 32 define a large number of junctions 36. When cooling water is fed through an inlet/outlet port 33, the cooling water flows at first through a part of the groove 312 in the cooling plate 31 and then flows through the junctions 36 into the groove 322 of the cooling plate 32. Consequently, an intricate channel is formed by the grooves 312, 322 of the cooling plates 31, 32 and the junctions 36 and the cooling water is discharged finally through an inlet/outlet port 34. Since the grooves 312 and 322 are arranged substantially in parallel, the channel resistance is low. Furthermore, since the cooling water flow is disturbed at each junction 36 of the grooves 312, 322 to produce turbulence, the cooling efficiency is enhanced.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

| |
|---------------|
| FHP99-09EP |
| 02.12.27 |
| SEARCH REPORT |

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-249721

(43) 公開日 平成7年(1995)9月26日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 23/473

H 0 1 L 23/ 46

Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-38924

(22) 出願日 平成6年(1994)3月10日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 浅井 至

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

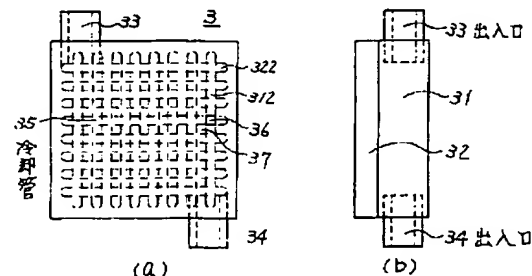
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 電力用半導体素子の冷却体

(57) 【要約】

【目的】 電力用半導体素子を冷却する冷却体の冷却効率を冷却水の流路抵抗を大きくすることなく高くする。

【構成】 2枚の冷却板31, 32の互いの重ね合わせ面に、両端が本体311, 321の側面に突き抜けない互いに平行な複数の溝312, 322を設け、それぞれの冷却板31, 32の溝312, 322が直角になるように冷却板31, 32を重ね合わせて冷却体3を構成することによって、冷却板31, 32の互いの溝同士が連通する多数の連通部36を形成する。出入口33から冷却水を入れたとき、冷却水はまず冷却板31の溝312の一部を流れるが、連通部36を通過して冷却板32の溝322にも流れ込んで、結局、両方の冷却板31, 32の溝312, 322と連通部36で複雑な流路を形成し、冷却水は最終的に出入口34から出る。流路的には溝312, 322は大略的には並列になるので流路抵抗は小さい。また、連通部36で冷却水の流れは乱れ、しかも連通部36は溝312, 322の間隔ごとに存在するので殆どの流路が乱流部となり冷却効率が高くなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】電力用半導体素子の少なくとも1つの面に接触させてこの半導体素子を冷却する冷却体であって、この冷却体が2枚の冷却板が重ね合わされて一体化されてなり、少なくとも一方の冷却板の重ね合わせ面に、溝とこの溝に連通する出入口が設けられてなる電力用半導体素子の冷却体において、

2枚の冷却板の互いの重ね合わせ面に、両端が冷却板の側面に突き抜け互いに平行な複数の溝が設けられ、それぞれの冷却板の溝の方向が所定の角度をもって重ね合わされてなることを特徴とする電力用半導体素子の冷却体。

【請求項2】2枚の冷却板の溝の重ね合わせたときの角度が直角であることを特徴とする請求項1記載の電力用半導体素子の冷却体。

【請求項3】溝の間隔が中央部ほど広いことを特徴とする請求項1又は2記載の電力用半導体素子の冷却体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、整流装置やインバータなどの電力変換装置に使用されるダイオード、サイリスタ又はパワートランジスタなどの半導体素子、特に大容量の素子として採用される円板状の半導体素子が半導体モジュールに組み込まれる際に、この半導体素子の一方の面又は両面に接触して設ける電力用半導体素子の冷却体に関する。

【0002】

【従来の技術】大容量の整流装置やインバータではダイオード、サイリスタ及びパワートランジスタなどの半導体素子が多数使用される。使用される半導体素子の数が多いほどコストと信頼性の両方の点で不利なので、その使用数を減らすためになるべく容量の大きな半導体素子が使用される。このような大容量の半導体素子は円板状ををしたいわゆる平形半導体素子が多い。平形半導体素子はそれ自身冷却構造や端子引き出し構造を持っていないので、冷却機能と端子引き出し構造の双方を兼ねた冷却体や端子導体で挟み所定の圧力をかけた状態で保持する構成が採用される。

【0003】図7は大容量のダイオードやサイリスタに多く採用される平形半導体素子を冷却体で挟んで両側から冷却する構成が採用された半導体モジュールの模式的な正面図である。平形半導体素子11は2枚の冷却体12、13で挟まれて両面から効率的に冷却される。また、これらは絶縁体14、15を介して加圧装置によって所定の力で加圧された状態が保たれる。すなわち、これらは加圧装置の架台16と加圧金具17に挟まれていて符号を付けない連結ボルトに取付けられたナット18、19を回転させて連結したボルトに沿って下の方向に移動させることによって加圧される。加圧が必要なのは、平形半導体素子11の冷却のための伝熱と導電のための接触抵抗を低くして特性

を向上させるためである。

【0004】冷却体12、13は導電体を兼ねている。例えば平形半導体素子11が正電極であるとする、電流は平形半導体素子11の上面の電極から冷却体12に流れ、リード121を介して図示しない接続リードに流れ込む。一方、リード131から流れ込んだ電流は冷却体13を通過して平形半導体素子11の下面の負電極に流れ込む。冷却体12、13は後述のように内部に設けられている冷却管に冷却水が流れることによって冷却されて平形半導体素子11との接触面を介して熱を奪うことによって平形半導体素子11が冷却される。

【0005】図8はパワートランジスタのようなフラットパッケージ形の半導体素子とこれを冷却する冷却体とからなる半導体モジュールの模式的な正面図である。この図において、フラットパッケージ形の半導体素子21はその下面が冷却体22に接していて図の両側のボルト23で冷却体22に取付けられている。半導体素子21の上面からリード27が引き出され、下面は導電体を兼ねる冷却体22を介して電流が流れる。

【0006】図9は従来の冷却体の構成の例を示すもので、図9(a)は平面図、図9(b)は図9(a)のC-C断面図である。これらの図において、冷却体2Aは例えば銅のような良導電性と良熱伝導性を合わせ持つ金属からなるもので、円板状の本体2A1とこの本体2A1の内部に設けられた冷却管2A2とこの冷却管2A2を流れる冷却水の2つの出入口2A3とからなっている。冷却管2A2は本体部2A1に合わせて円弧状に形成されている。このような冷却体2Aは鋳造によって製作される。

【0007】図10は図9とは異なる従来の冷却体の構成の例を示すもので、図10(a)は平面図、図10(b)は図10(a)のD-D断面図である。これらの図において、冷却体2Bは冷却体2Aと同様の金属製でありその本体2B1は長方形板状で、その中に冷却管2B2が形成されている。冷却管2B2の製作方法は、まず図の左寄りの位置の垂直方向に符号を付さない貫通孔と、右側からこの貫通孔まで達する水平方向の2本の貫通孔を設け、垂直方向の貫通孔の両端をロー付けに使用されるローを埋め込んで盲栓2B4とする。これによって右側に開いたコの字の冷却管2B2が形成される。本体2B1から出た位置には2つの出入口2B3が設けられる。

【0008】貫通孔は機械加工によって容易に形成できるので、鋳造で製作される図9の冷却体2Aの冷却管2A2に比べて、冷却管2B2はより複雑な構成の冷却管を形成することができる。図11は図9、図10とは異なる従来の冷却体の構成の例を示すもので、図11(a)は平面図、図11(b)は図11(a)のE-E断面図である。これらの図において、冷却体2Cは2枚の冷却板2C1、2C5からなる。2枚の冷却板2C1と冷却板2C5とを図11(b)のように重ねる前に冷却板2C1にW字状の溝を設ける。冷却板2C5を冷却板2C1の溝が設けられた面に重ね合わせると図示のよ

うに溝の上が覆われて冷却管2C2が形成される。冷却管2C2の冷却水の出入口には出入口2C3が設けられる。冷却管を形成するのに貫通孔を設けるのではなく溝を設けるので機械加工が容易であり図10に比べて製作が容易でまた複雑な形状の冷却管を形成することができる。

【0009】これら冷却体は一般的に冷却水と被冷却体としての冷却板又は本体との接触面積、すなわち冷却管の表面積が大きいほど冷却効率が低い。そのためには図11のように屈曲部を多くするのが良いが、そうすると流路抵抗が大きくなって冷却水を流しにくくなり、その結果冷却効率が低下するという相反する結果になる。したがって、冷却管の形状、寸法は冷却効率を上げるための表面積を大きくすることと流路抵抗を小さくすることとの相反する事項の最適の条件を設定して最も冷却効率の高い冷却体が製作される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】電力用半導体素子は担体の大容量化、又はより高周波のスイッチング素子に適用の動向にあり、従来以上に冷却効率の高い冷却体が要求されて来ている。前述の冷却体2Aは製作可能な冷却管の形状に制約があって高効率化要請の時代に適さず、冷却体2Bの場合もその点では同様であるといつてよい。一方、冷却体2Cの場合、複雑な形状の冷却管を製作するのが比較的容易であるが、冷却管の形状を複雑にする、すなわち、直線部の本数を大きくすると流路抵抗が大きくなり過ぎて製作が可能であっても期待する高冷却効率が期待できないという問題がある。また、周知のように冷却水の流れが層流部よりも乱流部の方が冷却効率が低い、冷却体2Cの場合、乱流が生ずるのは冷却管2C2の屈曲部であり直線部は層流が主体なので冷却効率の高い部分が偏在して全体として高冷却効率化に限界があるという問題がある。

【0011】この発明の目的はこのような問題を解決し、高冷却効率化を実現することのできる電力用半導体素子の冷却体を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためにこの発明によれば、電力用半導体素子の少なくとも1つの面に接触させてこの半導体素子を冷却する冷却体であって、この冷却体が2枚の冷却板が重ね合わされて一体化されてなり、少なくとも一方の冷却板の重ね合わせ面に、溝とこの溝に連通する出入口が設けられてなる電力用半導体素子の冷却体において、2枚の冷却板の互いの重ね合わせ面に、両端が冷却板の側面に突き抜けない互いに平行な複数の溝が設けられ、それぞれの冷却板の溝の方向が所定の角度をもって重ね合わされてなるものとする。また、2枚の冷却板の溝の重ね合わせたとときの角度が直角であるものとする。また、溝の間隔が中央部ほど広いものとする。

【0013】

【作用】この発明の構成において、2枚の冷却板の互いの重ね合わせ面に、両端が冷却板の側面に突き抜けない互いに平行な複数の溝を設け、それぞれの冷却板の溝の方向が所定の角度をもつように重ね合わせて構成することによって、互いの冷却板の溝同士が多く箇所で連通する連通部を形成する。一方の冷却板に設けられた出入口の一方から冷却水を入れると、冷却水はまず出入口が設けられた側の冷却板の溝に流れ込むが、連通部を通ってもう一方の冷却板にも冷却水が流れ込み、結局、両方の冷却板の溝と連通部からなる複雑な流路を流れて冷却水は最終的にもう一方の出入口から流れ出る。2枚の冷却板のそれぞれの溝は大略的には互いに並列となる流路となっているので、流路抵抗はそれぞれの溝を直列接続した場合にくらべてはるかに小さな流路抵抗になる。一方、冷却面積となる冷却管と冷却板との接触面積は溝の表面積に略等しいので溝の寸法、本数が同じとしたときの従来の冷却体の構成に比べて冷却面積の点で冷却効率が低下することはない。更に、連通部で冷却水の流れは乱れ、しかも連通部は溝の間隔ごとに存在するので殆どの流路が乱流部となることから同じ表面積であっても冷却効率は高くなる。

【0014】2枚の冷却板の溝の角度は余り小さく平行に近くなるのでなければ特に限定するものではないが、対称性からも直角であるのが最適である。また、冷却板は半導体素子とともに加圧された状態に維持されるが、冷却板の溝の間隔を中央部ほど広くすることによって、冷却板の素子同士が直接接する接触部の面積が大きくなって、溝があるために中央部の圧力が大きくなって圧力分布が均一でなくなるのを緩和して均一分布に近づけることができる。

【0015】

【実施例】以下この発明を実施例に基づいて説明する。図1はこの発明の実施例を示す2枚の冷却板からなる冷却体の一方の冷却板を示すもので、図1(a)はその平面図、図1(b)は図1(a)のA-A断面図である。また、図2は図1と同じ冷却体の他方の冷却板を示すもので、図2(a)はその平面図、図2(b)は図2(a)のB-B断面図である。また、図3は図1と図2の2枚の冷却板を重ね合わせて形成された冷却体の2面図で、図3(a)は平面図、図3(b)は側面図である。

【0016】図1において、冷却板31は正方形の板であり、図9の冷却体2Aなどと同様に銅などの良導電性と良熱伝導性の両方の特性を持った金属で製作される。冷却板31は本体311とこれに設けられた溝312からなっていて、図1(a)に示すように溝312は図の水平方向に平行な8本で構成されている。溝312は冷却板31の図の左右の側面には到達しないように作られている。図の右上と左下にそれぞれ出入り穴313、314が溝312の一部と連通するように設けられていて、後述するようにこれに管を挿入して出入口33、34が構成される。この図では8本

の溝312は等間隔に設けられている。溝312の加工はプレス盤によって容易に行うことができる。

【0017】図2に示す冷却板32は、本体321の形状、寸法及びこれに設ける溝322の寸法、本数及び間隔は図1の冷却板31と同じである。2枚の冷却板31, 32で異なる点はその厚み寸法と出入り穴313, 314の有無である。冷却板32の厚み寸法が薄いのは出入り穴313, 314を設けないからである。図3に示すように、冷却板31と冷却板32には溝312と溝322がそれぞれ設けられた面を接触させて重ね合わされる。また、前述のように出入り穴313, 314には符号を付けない管を挿入して半田付けされて出入口33, 34が形成される。図3(a)には溝312と溝322とを鎖線で示すが、冷却板31, 32とは溝312と溝322とが直交するように重ね合わされることによって、溝312と溝322とは互いに連通する連通部36とそれ以外の部分の非連通部37とが形成される。非連通部37の中には溝と冷却板の素材が接触する部分と素材同士が接触する部分があるがこれらいずれも冷却水が通ることができないという点で非連通部37として連通部36と区別されている。図に実線で1箇所だけを示すように、連通部36の1つは溝312, 322の幅を1辺とする正方形形状をしている。連通部36の数は溝312, 322の本数の積、すなわち64となる。冷却体3の冷却管35はこれらの溝312、溝322及びこれらを連通する連通部36で構成されている。

【0018】出入口33から冷却管35に流れ込んだ冷却水は、最初は溝312に流れ込むが、すぐ近くの連通部36を通過して溝322にも流れ込み、大略的には溝312と溝322それぞれの複数本が並列に流れて最終的に出入口34から流れ出す。冷却水が溝312と溝322とに並列に流れるので、冷却管が溝312や溝322が直列に接続されている場合に比べてはるかに流路抵抗が小さい。一方、溝312, 322の冷却に貢献する有効な表面積は溝312, 322の上面と側面と底面の面積総和から連通部36の面積を差し引いた面積なので流路が直列になるか並列になるかには余り関係しない。更に、連通部36では溝312と溝322とを直交して流れる冷却水が互いに干渉しあって流れが乱れ乱流が発生することから、冷却管35内全体にわたって乱流部の比率が大きくなって冷却効率が向上する。

【0019】溝312, 322を機械加工で作るのは前述のように容易であり、例えば図11の円弧部のように、溝312, 322を連通させるための加工は不要なので冷却体の製作はこの点でも容易である。図4はこの発明の別の実施例を示す2枚の冷却板からなる冷却体の一方の冷却板の平面図、図5は同じ冷却体の他方の冷却板の平面図、図6は図4と図5の冷却板を重ね合わせて構成された冷却体の平面図であり、側面図を記載しない点を除き図1～図3と類似であるので、類似の構成要素には符号の接頭桁の数値3を4に代えて重複説明を省く。これらの図における冷却体4の図1～図3の冷却体3との異なる点は、溝412、溝422を等間隔ではなく中央部ほど間隔を広げ

端部ほど間隔を狭くした点である。このような構成を採用したのは加圧装置によって加圧された圧力の重ね合わせ面での分布が均一になるように配慮したものである。

【0020】図3から明らかなように冷却体3の冷却板31と冷却板32とが接触する面は、周辺部は溝がないので広く接触し、中央部では溝のない面同士が接触した非接触部37であり、仮に隣同士の溝の隔たりが溝の幅と同じであるとしたとき、この重ね合わせ面は図3に示す連通部36と同じ面積になる。したがって冷却板31の本体311と冷却板32の本体312が接触する面は4分の1と小さくなる。ちなみに溝312と溝322とを平行かつ一致するように配置すると接触面は非接触面を含めた面の2分の1である。

【0021】このように、冷却体3の中央部では重ね合わせ面が周辺部の約4分の1と小さくなるために一様に圧力が掛けられているとすると重ね合わせ面の単位面積当たりの圧力は周辺のその約4倍になり、その結果、収縮率は周辺の4倍になる。実際には収縮率は全面で一様なのが実際なので、結果的に圧力が不均一になってしまう。

【0022】図4～図5のように冷却体4における冷却板41、冷却板42の溝412, 422の隣合う溝の間隔を中央部ほど大きくするのはこのような圧力不均一を緩和するためである。すなわち、溝の間隔を中央部ほど大きくすると図6で明らかなように、中央部の接触部48の面積は隣同士の溝の隔たりを1辺とする長方形（中央では正方形）になって等間隔の場合に比べて大きくなり、前述のような圧力が一様分布したとしたときの実際の接触面の圧力が中央部ほど大きくなるという不均一性が緩和されて圧力が一様になる。

【0023】

【発明の効果】この発明は前述のように、冷却体を構成する2枚の冷却板に溝を設け、互いに所定の角度傾かせて重ね合わせる構成を採用することによって、溝と溝とが重なって冷却水が他方の溝に移ることのできる連通部が形成される。このような冷却体の出入口の一方から冷却水が流れ込むと、冷却水は連通部を介して異なる冷却板の溝の間で流れの交換があるとともに大略的にはそれぞれの溝を並列に流れることから、流路抵抗は溝を直列に流れる場合に比べてはるかに小さく、しかも連通部は溝の間隔ごとに存在するので殆どの流路が乱流部となって冷却効率が高くなることから、小さな流路抵抗で冷却効率が向上するという効果が得られる。

【0024】また、2枚の冷却板を重ね合わせるときの溝の角度は特に限定するものではないが、対称性からも直角であるのが最適である。また、冷却板は半導体素子とともに加圧された状態に維持されるが、角度を付けてそれぞれの溝を配置したために中央部の重ね合わせ面が少なくなるが、溝の間隔を中央部ほど広くして中央部の接触部の面積を大きくすることによって圧力の不均一が

緩和されるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例を示す2枚の冷却板からなる冷却体の一方の冷却板を示し、図1(a)は平面図、図1(b)は図1(a)のA-A断面図

【図2】図1と同じ冷却体の他方の冷却板を示し、図2(a)は平面図、図2(b)は図2(a)のB-B断面図

【図3】図1と図2の冷却板からなる冷却体の2面図で、図3(a)は平面図、図3(b)は側面図

【図4】この発明の異なる実施例を示す2枚の冷却板からなる冷却体の一方の冷却板の平面図

【図5】図4と同じ冷却体の他方の冷却板の平面図

【図6】図4と図5の冷却板からなる冷却体の平面図

【図7】平形半導体素子を使用した半導体モジュールの模式的な正面図

【図8】フラットパッケージ形の半導体素子を使用され

た半導体モジュールの模式的な正面図

【図9】従来の冷却体を示し、図9(a)は平面図、図9(b)は図9(a)のC-C断面図

【図10】図9とは異なる従来の冷却体を示し、図10(a)は平面図、図10(b)は図10(a)のD-D断面図

【図11】図9、図10とは異なる従来の冷却体の構成を示し、図11(a)は平面図、図11(b)は図11(a)のE-E断面図

【符号の説明】

3, 4, 2A, 2B, 2C …冷却体、

31, 32, 41, 42…冷却板、

311, 321, 411, 421, 2A1, 2B1, 2C1 …本体、

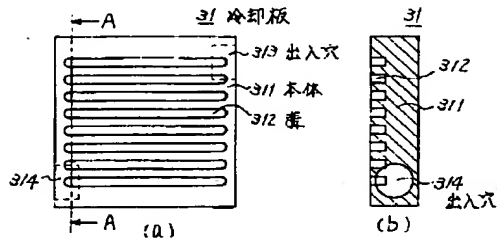
312, 322, 412, 422…溝

33, 34, 43, 44, 2A3, 2B3, 2C3 …出入口、

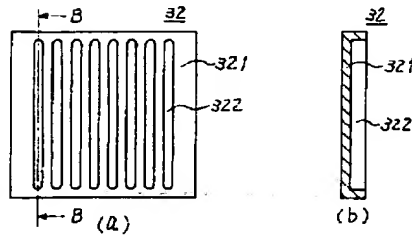
35, 45, 2A2, 2B2, 2C2 …冷却管

36…連通部、37…非連通部、48…接触部

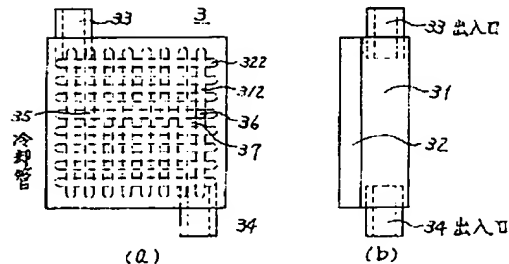
【図1】



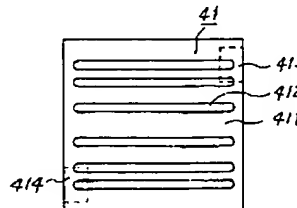
【図2】



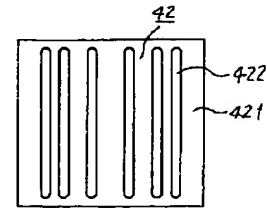
【図3】



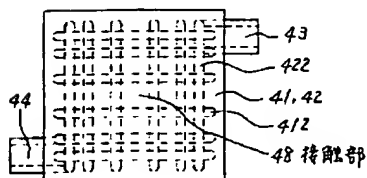
【図4】



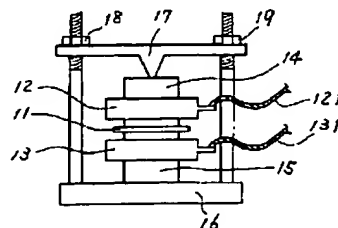
【図5】



【図6】



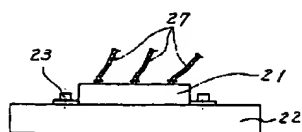
【図7】



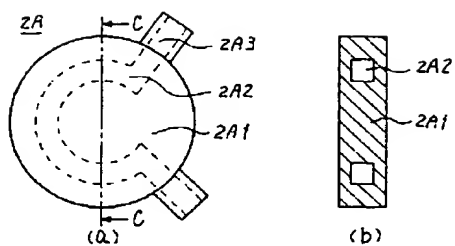
(6)

特開平7-249721

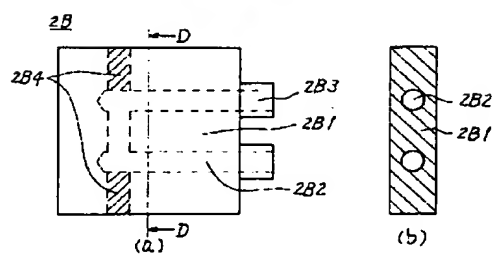
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

